BULLETIN du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

écologie générale

7

N° 151 MAI - JUIN 1973

BULLETIN

du

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 35 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

A partir de 1971, le *Bulletin* 3e série est divisé en six sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Sciences de l'Homme — Sciences physico-chimiques — Écologie générale) et les articles paraissent, en principe, par fascicules séparés.

S'adresser :

— pour les **échanges,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 9062-62) ;

— pour les **abonnements** et les **achats au numéro,** à la Librairie du Muséum 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris (C.C.P., Paris 17591-12 — Crédit Lyonnais, agence Y-425) ;

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1973

Abonnement général : France, 360 F ; Étranger, 396 F.

Zoologie : France, 250 F ; Étranger, 275 F.

Sciences de la Terre : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Écologie générale : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Botanique : France, 60 F ; Étranger, 66 F.

Sciences physico-chimiques : France, 15 F ; Étranger, 16 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, n° 151, mai-juin 1973, Écologie générale 7

Premières données sur la dynamique des peuplements de Poissons du Bandama (Côte d'Ivoire)[1]

par Jacques Daget, Nicole et Paul Planquette *

Résumé. — Juste avant le remplissage de la retenue d'eau du barrage de Kossou sur le Bandama (Côte d'Ivoire), deux séries de pêches par empoisonnement ont été faites, l'une en amont du site du barrage, l'autre plus en aval à hauteur de Lamto. L'étude a porté sur la composition des peuplements, les coefficients de mortalité totale apparente, les biomasses et leurs variations au cours de la période des basses eaux. On conclut que, de janvier à août, la survie des Poissons est difficile. La biomasse à hauteur de Lamto est toujours, à surface égale, trois fois plus forte qu'en amont de Kossou, mais dans les deux secteurs elle décroît rapidement. Au 30 mai, elle est de l'ordre de 50 kg/ha en amont de Kossou et de 177 kg/ha à hauteur de Lamto, les espèces dominantes étant *Labeo coubie* et *Alestes rutilus*. Toutefois, dans les bras secondaires ou morts où le courant est nul ou presque, les densités augmentent au lieu de diminuer. Dans ces milieux, à hauteur de Lamto, on a estimé en fin mai la biomasse à 305 kg/ha, l'espèce dominante étant alors *Tilapia zillii*.

Abstract. — Before the very first filling of the Kossou-dam reservoir on the Bandama River (Ivory Coast), two sets of poison fishing have been performed, one above the site of the dam, the other downstream opposite Lamto. Populations composition, coefficients of apparent total mortality, biomasses and their variations during the low-water period have been studied. It is concluded that from January to August the survival of fishes is difficult. The biomass opposite Lamto is always three times as great as that one above Kossou, but in the two areas it decreases rapidly. On May 30th it is amongst 50 kg/ha above Kossou and 177 kg/ha opposite Lamto, dominant species being *Labeo coubie* and *Alestes rutilus*. However in minor or dead river-arms with still water, density grows instead of decreasing. In these biotopes, opposite Lamto, a biomass of 305 kg/ha has been estimated at the end of May, the dominant species being then *Tilapia zillii*.

Dans le cadre des études préliminaires à l'aménagement de la retenue d'eau de Kossou, sur le Bandama (Côte d'Ivoire), et à la demande de l'AVB, le CTFT a fait faire, en mai 1970 et durant les basses eaux 1971, une série de 17 pêches par empoisonnement [2]. Le barrage de Kossou a été fermé en février 1971 mais, dans le secteur étudié, les effets de cette fermeture ne s'étaient pas encore fait sentir de façon appréciable lorsque les pêches ont été pratiquées, la remontée du plan d'eau n'ayant pratiquement débuté qu'avec la crue suivante. Aux fins de comparaison, une seconde série de pêches par empoisonnement a été faite plus en aval, à hauteur de Lamto, durant les basses eaux de 1966 à 1972. Le pro-

1. Communication présentée aux Journées d'étude « Eaux et pêches outre-mer : inventaire, écologie, utilisation », Paris, 23-24 mars 1973.

* J. Daget, *ORSTOM, 24, rue Bayard, 75008 Paris.*
N. et P. Planquette, *CTFT, B.P. 695, Bouaké, Côte d'Ivoire.*

2. Les auteurs remercient l'AVB (Autorité de la Vallée du Bandama) qui a bien voulu les autoriser à utiliser les résultats de ces pêches dans une publication scientifique.

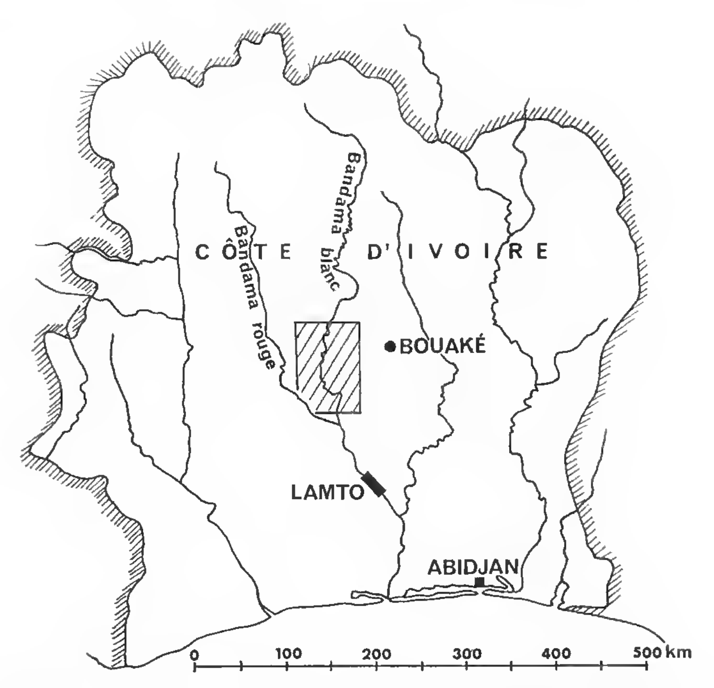


Fig. 1. — Carte générale de la Côte d'Ivoire indiquant les deux zones où ont été faits les échantillonnages.

duit toxique utilisé était l'Aquatox à la dose moyenne de 5 g par m³ d'eau. Les zones empoisonnées étaient de faible superficie (300 à 4 750 m²), à courant faible ou nul et de préférence limitées par la rive ou des rochers sur plusieurs côtés. Ces pêches donnent par conséquent des indications sur les peuplements ichtyologiques des eaux peu profondes, soit environ les deux tiers ou même les trois quarts du fleuve en surface.

Les résultats sont soumis aux causes d'erreur habituelles aux pêches par empoisonnement dont la plus importante, dans le cas d'un cours d'eau comme le Bandama, est la résistance de certaines espèces à l'action de la roténone, résistance qui permet la survie lorsque la rémanence de l'action toxique est limitée par l'existence éventuelle de courant. Des essais réalisés en étangs à la station de Kokondékro, près de Bouaké, ont montré que l'on pouvait classer *Tilapia zillii* et les *Heterobranchus* parmi ces espèces. Ces causes d'erreur peuvent donc avoir entraîné un biais qualitatif dans les relevés. Elles ont provoqué à peu près sûrement une sous-estimation des biomasses. Cependant, comme elles ont joué de façon sensiblement équivalente lors de chaque pêche, les comparaisons entre relevés restent valables.

Dans le secteur étudié, la pente du Bandama est peu accusée, moins de 25 cm pour 100 km. Cependant, durant l'unique crue annuelle, qui se situe en août-septembre-octobre, le courant est très rapide. La montée des eaux s'effectue entre les berges abruptes du lit mineur, inondant rarement le sol des galeries forestières qui garnissent les rives et ne débouchant exceptionnellement en savane que pour de courtes durées. La décrue est également

brutale et la période des basses eaux s'étend de décembre à juillet, c'est-à-dire sur les trois quarts de l'année. Les affluents mineurs sont alors réduits à quelques points d'eau et le fleuve est constitué d'une succession de biefs profonds séparés les uns des autres soit par des hauts-fonds sableux ou gravillonneux, soit par des seuils rocheux créant de faibles rapides. Ces plans d'eau s'étendent sur 500 m à 2 km de long sur une centaine de mètres de large ; certains atteignent 10 m de profondeur. Le fond est souvent formé de vases dures et de rochers mais aussi de sables et de graviers. Quelques zones d'eau calme, bras morts ou biefs profonds, présentent à l'étiage un peuplement planctonique qui peut être assez riche. Les zones peu profondes en amont de Kossou sont parfois envahies d'herbiers à *Vallisneria* qui offrent d'excellents abris aux Poissons de petite taille. Dans la zone de Lamto, les herbiers sont exceptionnels, peu étendus et constitués de *Ceratophyllum*.

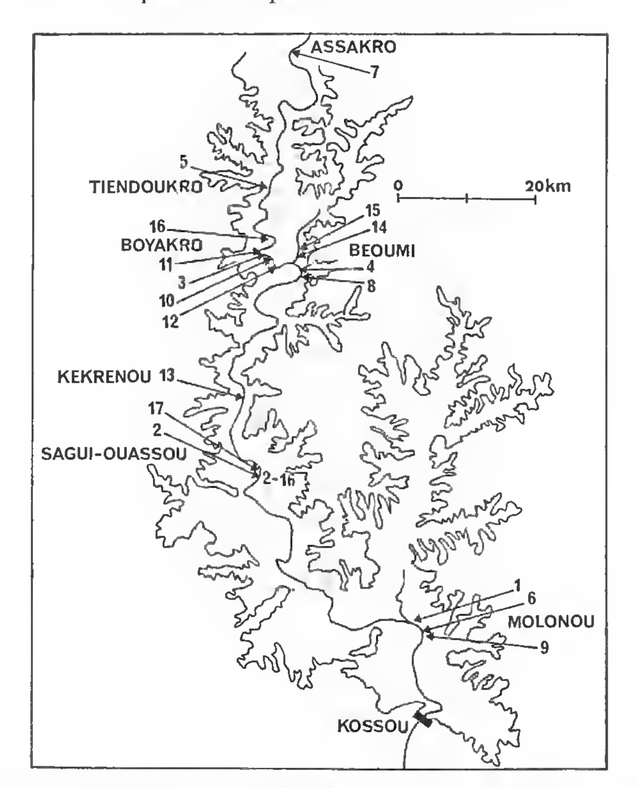


FIG. 2. — Situation des points d'échantillonnage de la première série (1 à 17) en amont du barrage de Kossou. Le contour de la retenue d'eau prévu en période de remplissage maximal a été indiqué.

Les échantillonnages de la première série ont été faits en amont du site de Kossou, aux lieux et dates suivants :

1 — Molonou, 27-I-71. Bras presque mort, sous galerie ; berges avec racines ; fonds de vase dure avec quelques rochers ; faible courant ; pas de végétation aquatique ; profondeur moyenne 1 m.

2 — Sagui-Ouassou, 3-II-71. Coude du Bandama ; fonds de cailloux et rochers ; léger courant ; profondeur moyenne 1 m.

Tableau I. — Première série : effectifs observés.

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Papyrocranus afer	8		9	4		4	1		1		2	1		2		3	
Mormyrus rume	1	9	1	1	1	9	5		1				4	1	9	1	
Mormyrops elongatus		2	13	17			29	2				1		52	1		
M. longiceps	1	53			25	7		1	5	7	5		1	10	32	58	4
Petrocephalus bovei		6	1	1	2		1	1						3			
Marcusenius furcidens	1		1		12		1			1							
M. bruyerei		21		2		4		6									
Hepsetus odoe	4	7	5	3		4	3		3			1			1		4
Hydrocynus forskahlii	14	12	16			3			1	1	11	4	5	8	1	2	2
Alestes baremoze	91					20		23	5	4	7	6		21	2		1
A. imberi	7		45	40		7		1	8					1			2
A. nurse	38	42				21			7				17				7
A. rutilus	479	122	137	46		146	23	13	72	8	46	41	68	4	2	3	20
Citharinus eburneensis	194	118									2						10
Distichodus rostratus		4	2			11	1		1		1	1				1	
Barilius senegalensis			1						1				5				
Barbus waldroni			1			13			2				4				
Varicorhinus wurtzi						8											
Labeo senegalensis	6	16		2	1		4	3	2		3		14		2		5
L. coubie	15	256	28	11	63	11	54	4	4	9	1	2	36	80	45	8	13
L. parvus		50	3	9	28	14	6	5	3	5			8	60	66		4
Chrysichthys spp.	129	30	71		36	24	47	4	5	4	22	1	103	46	16	3	7
Auchenoglanis occidentalis	25		8		2	32	1	4	17	2			6				1
Eutropius mentalis		14		6	15		4								4		
Synodontis schall	5	198	88	2	135		87			2	3		1	145		13	2
S. eburneensis	6	1	7	4		27		7	4		1			25	41		4
S. bastiani											2						1
S. velifer				18													
Malapterurus electricus	3	5		3	2		1	4		1			1	1			1
Heterobranchus longifilis	1	9	5	1	3	4			1		2	1		1	5		1
Clarias lazera			4														
C. senegalensis	2								1								
Lates niloticus	5	4	7		1	31	2	1	3		2			2	1	3	1
Hemichromis fasciatus		1	2	5		2		3			2		22	1	5		1
H. bimaculatus		1			5								1				
Pelmatochromis guentheri	17	38	32	8	15	13	17	9	9	11	23	9	23	67	28	1	3
P. arnoldi							1								5		
Tilapia galilaea	2	1	7	2				3					2		4		1
T. zillii	9	1	1	2	5	4	2			5		1	100	6			
T. dageti										2	3						
Ctenopoma kingsleyae	3		1			1		2	4		2			1	3	1	
Parophiocephalus obscurus						1											
Mastacembelus nigromarginatus	6	15	11	4	4		3	2	2	4	2		1	19	40		1
Polypterus endlicheri	8	28	14	2	7	2	2	5	2	4	5		2	16	11	4	3

TABLEAU I (suite). — Première série : poids observés, en grammes.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2 400		400	800		770	40		1 000		600	290		114		136	
43	1 270	50	60	20	530	410		70				45	100	63	104	
	74	350	700			1 400	167				130		1 182	54		
14	670			1 000	260		210	340	329	174		10	463	350	8 700	83
	60	7	10	9		3	4						13			
2		9		350		6			5							
	310		20		220		80									
490	230	300	300		400	210		120			77			77		241
900	340	1 050			210			27	6	50	13	390	89	68	91	99
1 020					290		75	260	8	16	13		51	141		6
180		300	260		140		5	170					35			45
1 700	190				190			160				120				328
19 900	2 860	1 900	1 100		8 060	770	320	3 100	172	1 167	1 547	480	146	91	22	792
4 620	2 270									190						622
	70	51			600	16		73		63	31				17	
		37						30				75				
		40			1 100			380				60				
					620											
600	330		40	40		330	119	63		98		900		104		261
1 400	5 110	3 700	800	1 000	575	4 770	146	1 020	94	6	199	3 600	6 762	3 219	2 816	491
	1 210	50	500	1 100	840	460	153	163	77			300	960	1 472		191
9 130	1 370	3 600		320	520	780	10	160	6	1 129	120	1 010	1 730	376	101	247
1 160		700		150	3 250	80	600	1 650	270			215				170
	140		60	90		20								260		
550	570	300	115	400		330			90	153		10	1 165		97	50
17	170	100	45		270		38	35		13			619	470		63
										21						14
			110													
550	260		40	30		100	785		5			40	49			26
250	1 770	1 100	200	370	1 300			88		530	1 150		1 500	1 550		590
		1 100														
450								60								
370	130	358		40	2 400	100	180	560		154			135	150	238	140
	51	108	70		120		199			46		320	59	293		34
	4			100								25				
240	150	400	40	250	230	260	50	180	30	202	77	190	363	220	15	20
						6								28		
110	34	100	110				21					130		198		7
600	250	300	560	40	570	100			11		3	2 500	19			
									13	9						
70		61			30		10	90		94			17	56	29	
					450											
75	110	200	110	70		60	11	24	56	133		60	280	336		23
700	1 270	3 000	315	460	420	200	514	370	720	1 730		800	3 347	1 527	658	202

3 — Boyakro, 12-II-71. Coude du Bandama ; fonds sableux et rocheux ; profondeur moyenne 1,50 m.

4 — Béoumi, 4-III-71. Confluent du Kan et du Bandama ; zone enclavée dans des rochers ; rive ombragée ; fonds rocheux ou vaseux par endroits ; faible courant ; profondeur moyenne 1 m.

5 — Tiendoukro, 11-III-71. Profondeur moyenne 1 m.

6 — Molonou, 17-III-71. Fonds rocheux et vaseux avec herbiers à *Vallisneria aethiopum* ; profondeur moyenne 1 m.

7 — Assakro, 19-III-71. Zone enclavée entre des rochers ; fonds rocheux avec très peu de vase ; profondeur moyenne 0,60 m.

8 — Béoumi, 25-III-71. Confluent du Kan et du Bandama ; zone en forme de bassin ; fonds rocailleux et sableux ; faible courant ; profondeur moyenne 0,70 m.

9 — Molonou, 26-III-71. Bande allongée de 80 m, le long de la berge, limitée sur les autres côtés par une île et des rochers ; largeur 20 m ; fonds durs plus ou moins vaseux ; courant sensible ; profondeur moyenne 1,50 m.

10 — Boyakro, 14-V-71. A 500 m du débarcadère ; zone en bordure de la berge, plus ou moins encastrée entre des rochers ; fonds légèrement vaseux ; courant faible ; profondeur moyenne 0,75 m.

11 — Boyakro, 17-V-71. Zone semi-encastrée entre la berge et une bande de sable ; rive ombragée ; fonds rocheux et vaseux ; profondeur moyenne 1 m.

12 — Boyakro, 19-V-71. Zone semi-encastrée entre la berge et une bande de sable à 400 m en aval du débarcadère ; beaucoup de bois mort dans l'eau ; fonds sableux ou vaseux par endroits ; profondeur moyenne 1 m.

13 — Kekrenou, 22-V-70. Bande de 150 m de long sur 15 de large, le long de la rive en amont de Kekrenou ; fonds rocheux avec un peu de vase et des cailloux ; végétation abondante de Cypéracées nouvellement inondées ; faible courant ; profondeur moyenne 0,60 m.

14 — Béoumi, 25-V-71. Zone rocheuse, 800 m en amont du confluent ; eau riche en plancton ; profondeur moyenne 0,50 m.

15 — Béoumi, 26-V-71. Zone rocheuse, 1 km en amont du confluent, eau riche en plancton ; profondeur moyenne 0,50 m.

16 — Boyakro, 27-V-71. Zone rocheuse à mi-chemin entre Boyakro et Konsou ; berge ombragée ; profondeur moyenne 1,20 m.

17 — Sagui-Ouassou, 1-VI-71. Coude du Bandama ; zone rocheuse semi-enclavée dans la berge ; léger courant ; profondeur moyenne 0,70 m.

Pour ces 17 relevés, on trouvera dans le tableau 1 l'effectif et le poids total en grammes de chaque espèce récoltée. Les *Chrysichthys nigrodigitatus* et *celifer*, difficiles à distinguer lorsqu'il s'agit d'individus de petite taille, n'ont pas été séparés. N'ont pas été récoltés les alevins de toutes espèces, les petits Characidae, les petits Clupeidae et les petits *Barbus* dont le ramassage ne pouvait être assuré de façon correcte et dont la biomasse était de toute façon négligeable en regard de celle des poissons récoltés. Sur les 44 espèces figurant dans le tableau I, trois sont largement dominantes en effectifs. Ce sont dans l'ordre : *Alestes rutilus* (20,46 %), *Synodontis schall* (11,33 %) et *Labeo coubie* (10,65 %) qui représentent 42,44 % de l'effectif total récolté. Étant donné que les *S. schall* ont un poids moyen individuel ne dépassant pas 5,6 g, les trois espèces dominantes en poids sont dans l'ordre : *Alestes rutilus* (19,24 %), *Labeo coubie* (16,20 %) et *Polypterus endlicheri* (7,36 %) qui représentent 42,80 % de la biomasse totale.

La plus grande partie de ces peuplements se compose d'espèces se nourrissant de couvertures biologiques, de dépôts de fonds et d'Invertébrés. Il s'y ajoute une proportion moyenne d'espèces ichtyophages. Les seules espèces qui puissent être considérées comme phytophages sont *Distichodus rostratus*, qui consomme diverses petites Cypéracées et Liliacées dont les rives sont souvent bordées, *Tilapia zillii* et *T. dageti*. Ces *Tilapia* représentent

2,26 % et les *Distichodus* 0,41 % de la biomasse totale récoltée. L'examen des contenus stomacaux a montré que les poissons strictement planctophages jouent un rôle négligeable dans ces peuplements. La principale espèce de ce groupe est *Tilapia galilaea* qui ne représente que 0,32 % de la biomasse totale.

Les 17 échantillons ont des compositions et des distributions d'abondances assez diversifiées, en poids comme en effectifs, mais il n'a pas été possible par les méthodes habituelles de les scinder en deux ou plusieurs groupes plus homogènes qui auraient pu correspondre à des types de milieux écologiquement distincts. Aussi avons-nous considéré le peuplement de cette partie du Bandama dans son ensemble, en vue de préciser les lignes générales de son évolution telles que les révèle l'examen des 17 relevés effectués.

TABLEAU II. — Caractéristiques des relevés de la 1re série.

RELEVÉS	S	Q	P	p	d_Q	d_P	j	log d_Q
1	36	1 080	47 541	44,0	30,0	1 320,6	27	1,477
2	16,38	1 064	21 273	20,0	64,9	1 298,7	34	1,812
3	47,5	521	19 671	37,8	11,0	414,1	43	1,042
4	4,5	193	6 365	33,0	42,9	1 414,4	63	1,632
5	4,3	362	5 839	16,1	84,2	1 357,9	70	1,925
6	20	423	24 365	57,6	21,1	1 218,2	76	1,324
7	9,4	294	10 445	35,5	31,3	1 111,2	78	1,496
8	8,3	103	3 703	36,0	12,4	446,1	84	1,093
9	16	164	10 193	62,2	10,2	637,1	85	1,009
10	3	70	1 892	27,0	23,3	630,7	134	1,367
11	7,2	147	6 578	44,7	20,4	913,2	137	1,310
12	15	69	3 650	52,9	4,6	243,3	139	0,663
13	12,5	424	11 280	26,6	33,9	902,4	142	1,530
14	25	572	19 198	33,6	22,9	767,9	145	1,360
15	17,5	324	11 103	34,6	18,6	634,5	146	1,270
16	10	101	13 024	129,0	10,1	1 302,4	147	1,004
17	10	99	4 745	47,9	9,9	474,5	152	0,996
	262,58	6 010	220 465					

Dans le tableau II ont été indiqués pour chaque relevé : la surface échantillonnée S en ares (100 m²), le nombre total d'individus récoltés Q, le poids total récolté P en grammes, le poids moyen individuel $p = P/Q$, la densité en nombre d'individus à l'are $d_Q = Q/S$ et la densité en biomasse à l'are $d_P = P/S$. On a également indiqué le nombre de jours j écoulés entre la date de l'échantillonnage et le premier janvier pris arbitrairement comme origine des temps.

Pour préciser le sens et l'importance des variations du poids moyen individuel et de la densité de peuplement durant la période des basses eaux, on a calculé le coefficient de corrélation de rang de Kendall entre les rangs chronologiques des relevés et les rangs correspondants de p, d_Q et d_P. On a trouvé respectivement + 0,118, — 0,412 et — 0,162.

Or pour 17 valeurs sans ex aequo, l'écart-type est donné par la formule $\sigma = \sqrt{\frac{2\,(2n + 5)}{9n\,(n-1)}}$ soit, pour n = 17 : σ = 0,1785. Le coefficient de corrélation entre le rang des relevés et celui des densités en nombre d'individus est significatif, étant égal à 2,3 σ. On peut donc conclure avec un risque inférieur à 0,05 que la densité d_Q a diminué du 27 janvier au 1er juin. Par contre, les deux autres coefficients de corrélation ne sont pas significatifs. On ne peut donc en toute rigueur rejeter l'hypothèse d'une constance du poids moyen individuel ou de la densité en poids durant les basses eaux. Cependant, l'hypothèse la plus probable, suggérée par le signe des coefficients de corrélation, est que la densité en poids a elle aussi diminué, mais de façon moins importante que la densité en nombre d'individus du fait que le poids moyen individuel a augmenté. Cette interprétation n'est pas en désaccord avec la présence d'annuli observée sur les écailles de beaucoup d'espèces du Bandama. En effet, même si l'on admet que la croissance subit chez celles-ci un arrêt annuel, rien ne prouve que la croissance de toutes les espèces présentes dans le peuplement étudié ait été nulle durant toute la période considérée. En outre, il se pourrait que la mortalité qui sévit durant les basses eaux élimine préférentiellement les plus petits individus, ce qui suffirait à faire augmenter le poids moyen individuel sans que la croissance pondérale intervienne.

Comme il est classique de le faire en dynamique des populations, on admettra que la diminution instantanée du nombre des individus est proportionnelle à l'effectif total

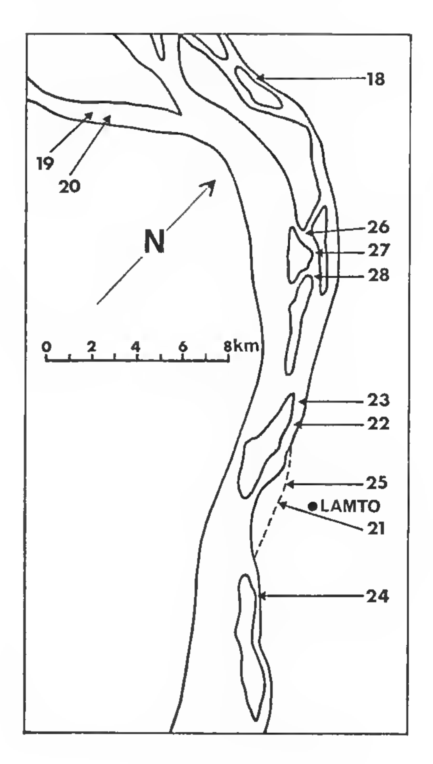


Fig. 3. — Situation des points d'échantillonnage de la seconde série (18 à 28), à hauteur de Lamto.

du peuplement N_j à l'instant considéré et à un coefficient instantané de mortalité totale apparente z. On peut donc écrire $\frac{dN}{dj} = - z N$. En prenant pour z une valeur moyenne constante pour toute la période des basses eaux et en intégrant on obtient : $N_j = N_0 e^{-zj}$. Les densités étant proportionnelles aux effectifs, on en déduit : $d_j = d_0 e^{-zj}$ et $\log d_j = \log d_0 - zj \log e$. On obtiendra z et d_0 en calculant l'équation de la droite de régression entre les diverses valeurs de d_j et j. On trouve :

$\log d_j = 1{,}63293 - 0{,}003202\ j$ (1)

d'où $z = 0{,}003202/\log e$. Comme j a été évalué en jours, pour obtenir la valeur moyenne annuelle Z du coefficient instantané de mortalité totale apparente, il faut multiplier z par 365. On trouve finalement $Z = 2{,}691$.

Puisqu'il s'agit d'une valeur moyenne valable pour l'ensemble du peuplement, il est certain que la mortalité totale est supérieure pour certaines espèces telles que celles qui servent de proies aux ichtyophages (par ex. *Alestes rutilus*) et inférieure pour d'autres, notamment celles qui échappent aux prédateurs (par ex. *Polypterus endlicheri*). Parmi les facteurs de mortalité, la pêche ne saurait être négligée, bien qu'elle soit peu intense dans le secteur du Bandama étudié ici, même aux basses eaux. Enfin le coefficient Z englobe toutes les causes de diminution des effectifs, y compris l'émigration car les milieux échantillonnés étant ouverts aussi bien vers l'amont et l'aval que vers le milieu du fleuve, les échanges entre les peuplements étudiés et les autres peuplements voisins étaient faciles et inévitables.

La relation (1) permet de calculer la densité à n'importe quelle date. Au 31 janvier ($j = 31$), d était égal à 34,17 individus aux 100 m^2 et au 30 mai ($j = 151$) à 14,11 individus aux 100 m^2. Quant à la biomasse, on peut en avoir une estimation en multipliant la densité par le poids moyen individuel soit 36,7 g. Au 30 mai cette biomasse ne dépassait guère 50 kg/ha alors qu'au 31 janvier elle était de l'ordre de 125 kg/ha.

Les échantillonnages de la seconde série ont été faits à hauteur de Lamto, en aval du site du barrage, aux lieux et dates suivants :

18 — Bras mort en aval des chutes, 17-III-66. Fonds de vase, profondeur moyenne 1 m.

19 — Bras Kotiessou, 13-IV-71. Nombreux rochers et débris de bois ; profondeur moyenne 1,50 m avec fosses de 2,50 à 3 m de profondeur.

20 — Bras Kotiessou, 14-IV-71. Profondeur moyenne 1,50 m.

21 — Petit bras mort, 15-IV-71. Fonds de vase avec bois mort ; profondeur moyenne inférieure à 1 m.

22 — Bras secondaire, 21-IV-71. Rochers ; profondeur 1,50 m.

23 — Bras secondaire, 25-IV-66. Rochers vers l'amont ; profondeur 1,50 m.

24 — Petit bras secondaire en aval du précédent, 11-V-66. Fonds de vase, léger courant ; profondeur environ 1 m.

25 — Petit bras mort, 15-VI-69. Profondeur moyenne 1 m.

26 — Bras secondaire en amont de la prise d'eau, 21-VII-70. Fonds de rochers avec vase et sable ; léger courant ; profondeur 1 m.

27 — Bras secondaire en amont de la prise d'eau, 21-VII-70. Fonds de rochers avec vase et sable ; léger courant ; profondeur 1,50 m.

28 — Bras secondaire en face de la prise d'eau, 2-VIII-72. Fonds de vase avec rochers ; faible courant ; profondeur moyenne 1,20 m.

Tableau III. — Deuxième série, premier groupe : effectifs et poids observés.

Espèces	19	20	22	23	26	27	28	19	20	22	23	26	27	28
Papyrocranus afer		3	2	2					112	300	620			
Mormyrus rume	4	12	29	21				670	1 838	2 100	1 800			
Mormyrops elongatus	3	3	3	2			1	170	600	210	320			160
M. longiceps	14	18		36	11	12	29	339	1 282		2 100	505	325	3 814
Marcusenius furcidens	8	13	19	10				360	614	650	420			
M. bruyerei		25					6		792					121
Pollimyrus isidori			8							180				
Hydrocynus forskahlii	3		5	10	2	42	8	169		160	410	20	870	261
Alestes baremoze	2					29		122					830	
A. imberi	1						5	28						73
A. nurse	2		5	4	2	2	3	90		110	100	28	35	136
A. rutilus	5		6	33	11	65	64	290		150	2 400	67	4 840	6 149
Distichodus rostratus					1	1						24	470	
Nannocharax ansorgii			1							2				
Barbus waldroni	1							100						
Varicorhinus wurtzi	1					1		200					1 070	
Labeo senegalensis			1			3	2			350			1 240	690
L. coubie	44	36	50	60	36	33	80	18 982	10 573	10 900	11 800	3 735	9 080	21 080
L. parvus	1					1		65					95	
Chrysichthys spp.	11	19	13		6	35	66	600	715	500		745	6 210	4 320
Auchenoglanis occidentalis						1	3						1 970	3 500
Eutropius mentalis		10	4	10			10		295	160	540			526
Synodontis schall	1					5	43	200					470	855
S. eburneensis	30	6	29	41	1	13	7	600	211	1 100	1 800	62	1 110	572
S. bastiani	6	9						100	205					
Malapterurus electricus		1	3	1	1	4	1		67	150	300	24	930	1 400
Heterobranchus longifilis				1							650			
H. isopterus							1							630
Lates niloticus	3	2		3		3	2	790	320		450		920	116
Hemichromis fasciatus		2	2	15	2		2		84	400	510	40		11
Pelmatochromis guentheri		2	4	9	9	3	10		41	50	55	129	60	91
Tilapia galilaea			2							380				
T. zillii		7	15	14	12	15	4		1 460	150	940	1 320	1 690	580
T. dageti		5							180					
Gobius guineensis			2		5	12				70		55	110	
Ctenopoma kingsleyae		1			2	1			25			120	20	
Mastacembelus nigromarginatus			2	11	5	3	3			100	600	175	30	20
Polypterus endlicheri		1		2	1				1 650		1 200	375		

Ces onze relevés se répartissent en deux groupes correspondant à deux types de peuplements distincts par leur composition et surtout par leur dynamique. Le premier groupe comprend les relevés 19-20-22-23-26-27-28. On trouvera dans le tableau III l'effectif et

le poids en grammes de chacune des espèces récoltées. Sur les 38 qui figurent dans ce tableau, 35 se trouvaient déjà dans la liste des 44 récoltées en amont de Kosson. Deux sont largement dominantes : *Labeo coubie* (49,2 % en poids et 21,9 % en effectifs) et *Alestes rutilus* (7,9 % en poids et 11,9 % en effectifs). Les phytophages, *Distichodus rostratus*, *Tilapia zillii* et *T. dageti* représentent 3,89 % de la biomasse totale et le planctophage *T. galilaea* 0,02 % seulement. Il s'agit donc d'un peuplement dont la composition et la structure sont très voisines de celles du peuplement étudié précédemment et provenant de l'amont de Kosson. On signalera cependant au passage la présence de *Gobius guineensis*, une forme estuarienne, due à la proximité relative de l'embouchure du Bandama. Les caractéristiques de chaque relevé sont indiquées dans le tableau IV.

TABLEAU IV. — Caractéristiques des relevés de la 2e série.

Relevés	S	Q	P	p	d_Q	d_P	j	log d_Q
19	12	140	23 875	170,5	11,7	1 989,6	103	1,068
20	10,5	175	21 064	120,4	16,7	2 006,1	104	1,223
22	4	205	18 172	88,6	51,2	4 543,0	111	1,709
23	12	285	27 015	94,8	23,8	2 251,2	115	1,377
26	4	107	7 424	69,4	7,6	530,3	202	0,881
27	30	284	32 375	114,0	9,5	1 079,2	202	0,978
28	25	350	45 105	128,9	14,0	1 804,2	214	1,146
	97,5	1 546	175 030					

En opérant comme indiqué plus haut, on trouve :

$\log d_j = 1,67286 - 0,003166\ j$ (2)

d'où $z = 0,003166/\log e$ et $Z = 2,656$.

La relation (2) permet de calculer la densité de peuplement qui était de 22,71 individus aux 100 m² le 31 janvier, 9,96 au 2 août et 15,66 au 30 mai. En prenant le poids moyen individuel de 113,2 g, la biomasse peut être estimée au 30 mai à environ 177 kg/ha.

Le second groupe comprend les relevés 18-21-24-25. On trouvera dans le tableau V l'effectif et le poids en grammes de chacune des espèces récoltées. Dans ce tableau figurent seulement 21 espèces. Par ordre d'importance, *Tilapia zillii* vient en tête (43,5 % des effectifs et 52,9 % du poids total) suivie d'*Alestes rutilus* (10,5 % en effectifs et 14,5 % en poids). Ces deux espèces représentent à elles seules 54,0 % de l'effectif total et 67,4 % du poids total récolté. Les autres espèces ne jouent qu'un rôle secondaire. *Labeo coubie*, qui vient au troisième rang, ne représente que 5,8 % des effectifs et 6,05 % du poids total. En regroupant les phytophages, *Distichodus rostratus*, *Tilapia zillii* et *T. dageti*, on trouve 54,4 % de la biomasse totale alors que le planctophage *T. galilaea* est absent. La composition et la structure de ce peuplement diffèrent donc notablement de celles des deux peuplements étudiés précédemment.

TABLEAU V. — Deuxième série, second groupe : effectifs et poids observés.

ESPÈCES	18	21	24	25	18	21	24	25
Papyrocranus afer	1		1	1	400		800	70
Mormyrus rume	2		4	2	310		815	200
Mormyrops longiceps		1	20			15	2 425	
Marcusenius furcidens	7	1	4	3	560	3	325	180
Hydrocynus forskahlii		5	14			15	95	
Alestes baremoze			4				35	
A. nurse	8	7	5	12	130	120	130	180
A. rutilus	7	20	32	14	630	85	8 850	1 100
Citharinus eburneensis			10	12			1 540	2 100
Distichodus rostratus			6				450	
Labeo coubie	18	22			3 210	1 227		
Chrysichthys spp	8	7			530	40		
Malopterurus electricus	2	1	2	2	240	180	375	340
Pelmatochromis guentheri	10	15	27	15	150	210	430	240
Tilapia zillii	83	25	88	105	12 050	3 397	10 250	13 100
T. dageti		9				648		
Kribia nana chevalieri			10	3			55	20
Ctenopoma kingsleyae		1				9		
Parophiocephalus obscurus			2	1			650	150
Mastacembelus nigromarginatus	7	12	6	3	35	240	205	120
Polypterus endlicheri	2	1	2		1 600	210	1 850	

TABLEAU VI. — Caractéristiques des relevés de la 2[e] série.

Relevés	S	Q	P	p	d_Q	d_P	j	log d_Q
18	11	155	19 845	128,0	14,1	1 804,1	76	1,149
21	6,3	127	6 399	50,4	20,2	1 016,7	105	1,305
24	11	237	29 280	123,5	21,5	2 661,8	131	1,332
25	5	173	17 800	102,9	34,6	3 560,0	166	1,539
	33,3	692	73 324					

Dans le tableau VI sont indiquées les caractéristiques de chaque relevé. On trouve :
$\log d_j = 0{,}84267 + 0{,}00408\ j$ (3)

d'où $z = -0{,}00408/\log e$ et $Z = -3{,}429$. Cette fois Z est négatif, c'est-à-dire que la densité augmente au cours de la saison sèche au lieu de diminuer, ce qui ne peut résulter que d'une immigration en provenance du reste du fleuve. En effet, la relation (3) montre que la densité passe de 14,08 individus aux 100 m² le 15 mars (j = 75) à 33,11 individus aux 100 m² le

15 juin (j = 166). Au 30 mai, elle est de 28,76 individus aux 100 m² et en prenant comme poids moyen individuel 105,9 g, on peut estimer la biomasse pour cette même date à 305 kg/ha.

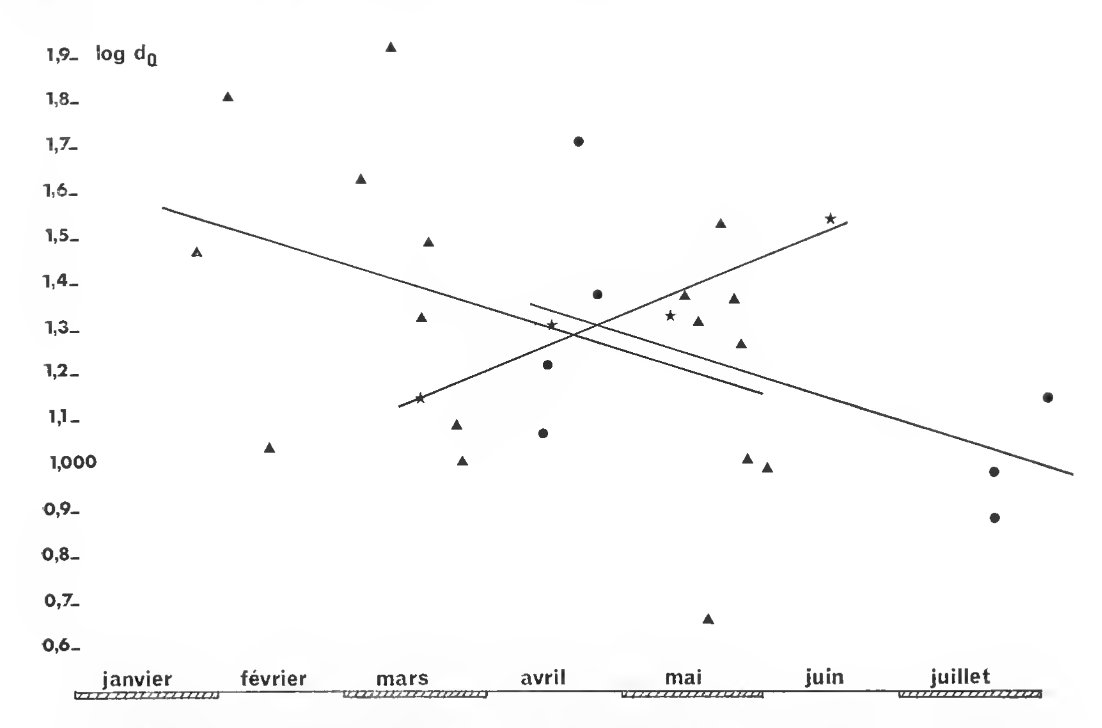


FIG. 4. — Variations de log d_Q en fonction du temps durant les basses eaux. Les points correspondant à la première série d'échantillons sont représentés par des triangles, ceux correspondant à la seconde série par des cercles (1er groupe) et des étoiles (2e groupe).

Malgré le petit nombre de relevés, il se trouve que la pente de la droite représentée par l'équation (3) est significativement différente de 0, le coefficient de corrélation linéaire entre j et log d_Q étant très élevé ($r = + 0{,}97664$). Il y a donc réellement concentration d'une partie de la faune, surtout des *Tilapia zillii*, dans ces milieux qui restent par l'aval en communication avec le fleuve mais où le courant est nul ou très faible du fait que toute communication est coupée en amont.

On ne peut tirer aucune conclusion définitive de ces premières données sur la dynamique des peuplements naturels de Poissons dans le Bandama. Les résultats obtenus sont encore trop fragmentaires et l'importance des biais systématiques, dus à la méthode d'échantillonnage par empoisonnement de zones restreintes et situées près des rives, est encore difficile à apprécier. Les remarques que l'on est amené à formuler permettront cependant d'orienter les recherches à venir et de mieux comprendre l'évolution du futur peuplement de la retenue d'eau de Kossou. En l'absence de toute régulation par barrage, la période des hautes eaux dans le Bandama ne dure guère plus de trois mois, de septembre à novem-

bre. Les Poissons peuvent alors se déplacer à la recherche d'une nourriture plus abondante qu'à l'étiage. La décrue, assez brutale du fait de l'absence quasi totale de zone d'inondation, survient sans que des peuplements équilibrés aient pu s'individualiser dans les différents biotopes qui se succèdent aux basses eaux dans le lit mineur. Il en résulte que des déplacements individuels ou spécifiques viennent s'ajouter à la mortalité vraie pour modifier constamment, de janvier à août, la composition et la densité des peuplements subsistants.

En amont du site de Kossou, le lit mineur offre peu d'abris et de ressources alimentaires, aussi beaucoup de Poissons émigrent-ils vers l'aval. Dans les peuplements échantillonnés, le coefficient de mortalité totale apparente Z est voisin de 2,7. L'âge moyen individuel est faible, la majorité des individus étant des jeunes de première année, et le poids moyen individuel est de l'ordre de 35-40 g. La densité en effectifs diminue de 3 417 individus à l'hectare en fin janvier à 1 411 individus à l'hectare en fin mai. A ce moment, la biomasse moyenne est tombée à 50 kg/ha. A part les ichtyophages dont la proportion est moyenne, on rencontre surtout des espèces se nourrissant d'Invertébrés aquatiques ou terrestres, de fruits et de graines, de couvertures biologiques et de dépôts de fond. Les phytoplanctophages sont faiblement représentés. Trois espèces constituent 42,8 % de la biomasse : *Alestes rutilus* (19, 24 %), *Labeo coubie* (16,20 %) et *Polypterus endlicheri* (7,36 %).

A hauteur de Lamto, dans les peuplements échantillonnés en bordure du fleuve, le coefficient de mortalité totale apparente Z est également voisin de 2,7. Mais l'âge moyen individuel est plus élevé, le poids moyen individuel atteignant 110-115 g, soit environ 3 fois la valeur observée en amont de Kossou. La densité en effectifs est du même ordre de grandeur : elle diminue de 2 271 individus à l'hectare au 10 avril à 996 individus à l'hectare au début d'août. Au 30 mai la biomasse moyenne est de 177 kg/ha, soit un peu plus de 3 fois la valeur estimée pour l'amont de Kossou à la même date. *Labeo coubie* est largement dominant et représente 49,2 % de cette biomasse, *Alestes rutilus* vient ensuite avec 7,9 %, *Polypterus endlicheri* ne jouant qu'un rôle peu important (moins de 2 %).

Aux abords de Lamto, l'émigration s'effectue vers les bras secondaires qui restent en communication avec les bras principaux mais où le courant est nul ou très faible. Dans ces milieux généralement peu profonds, bon nombre d'espèces de Poissons trouvent des conditions de vie moins précaires qu'en bordure du fleuve proprement dit. Le poids moyen individuel y est comparable, environ 106 g, mais le coefficient de mortalité totale apparente Z est négatif et égal à — 3,4. Ceci signifie que la densité en effectifs augmente au cours de la saison sèche. Elle passe de 1 408 individus à l'hectare au 15 mars à 3 311 individus à l'hectare au 15 juin. A la date du 30 mai la biomasse moyenne atteint 305 kg/ha, soit 2,6 fois la valeur observée en bordure des bras principaux. *Tilapia zillii* est l'espèce dominante avec 43,5 % de la biomasse totale. Viennent ensuite *Alestes rutilus* (14,5 %), *Labeo coubie* (5,9 %) et *Polypterus endlicheri* (5 %).

En conclusion, il semble qu'aux basses eaux la survie des Poissons soit difficile dans les parties du lit mineur où un courant faible subsiste. Du fait de la mortalité vraie et des émigrations, la densité y diminue constamment de janvier à août. Lorsqu'ils le peuvent, les Poissons se réfugient dans les zones d'eau calme. Dans les bras secondaires par exemple, la densité augmente progressivement au cours de la saison sèche et en fin mai elle y est déjà 2 à 3 fois plus forte que dans les bras principaux adjacents.

Manuscrit déposé le 4 avril 1973.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., n° 151, mai-juin 1973,
Écologie générale 7 : 129-143.

Achevé d'imprimer le 31 janvier 1974.

IMPRIMERIE NATIONALE

3 564 003 5

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **42** (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 exemplaires imprimés de leur travail. Ils pourront obtenir à leur frais des fascicules supplémentaires en s'adressant à la Bibliothèque centrale du Muséum : 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST.NAT.